



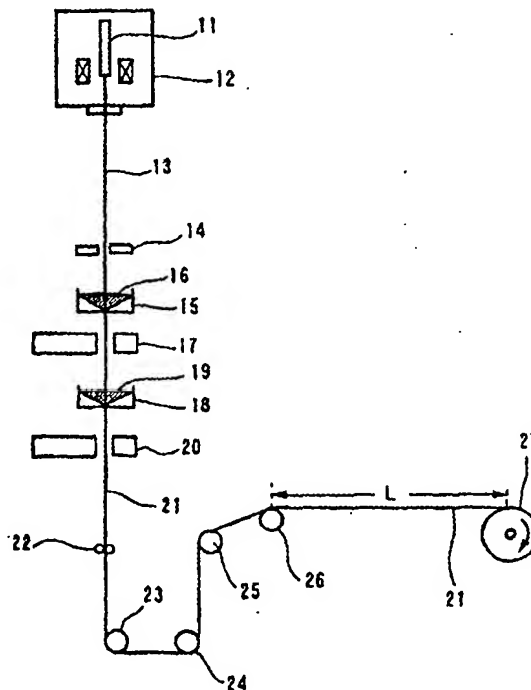
<p>(51) 国際特許分類7 C03B 37/12, 37/027, C03C 25/10, G02B 6/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO00/44680</p> <p>(43) 国際公開日 2000年8月3日(03.08.00)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP00/00380</p> <p>(22) 国際出願日 2000年1月26日(26.01.00)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平11/17904 1999年1月27日(27.01.99) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)(JP/JP) 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 吉田元秀(YOSHIDA, Motohide)(JP/JP) 常石克之(TSUNEISHI, Katsuyuki)(JP/JP) 鯉田雅夫(KOIDA, Masao)(JP/JP) 永山勝也(NAGAYAMA, Katsuya)(JP/JP) 〒244-8588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社 横浜製作所内 Kanagawa, (JP)</p>	<p>(74) 代理人 弁理士 長谷川芳樹, 外(HASEGAWA, Yoshiki et al.) 〒104-0061 東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英国際特許法律事務所 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54)Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING COVERED OPTICAL FIBER AND COVERED OPTICAL FIBER

(54)発明の名称 被覆光ファイバの製造方法及び製造装置並びに被覆光ファイバ

(57) Abstract

A method of producing a covered optical fiber (21) comprising the steps of drawing a glass fiber (13) after heating and softening one end of an optical fiber base material (11), applying coating (16, 19) onto the glass fiber (13), letting the covered optical fiber (21) pass through a periodically swinging guide roller (23) to twist the covered optical fiber (21), and thereby imparting the glass fiber (13) inside the covered optical fiber (21) twisting around the axis, wherein the covered optical fiber (21) passed through the guide roller (23) is allowed to pass through a free section (26 through 27) permitting a free turning on the axis to thereby offset longitudinally an elastic torsion accumulated when the covered optical fiber (21) is alternately reversed in its longitudinal twisting directions, a length (L) (m) of the free section being at least  $L_0$  (m) defined by  $L_0$  (m) = (maximum production line speed (m/min))/(number of back-and-forth swings per unit time of swinging guide roller (number/min)).



## (57)要約

光ファイバ母材 1 1 の端部を加熱し軟化させてガラスファイバ 1 3 を引出し、  
 該ガラスファイバ 1 3 の上に被覆 1 6、1 9 を施し、製造した被覆光ファイバ 2  
 1 を周期的に揺動する揺動ガイドローラ 2 3 を通過させて被覆光ファイバ 2 1 を  
 捻回させることによって該被覆光ファイバ 2 1 内部のガラスファイバ 1 3 に軸回  
 りの捻りを付与する被覆光ファイバ 2 1 の製造方法において、この揺動ガイドロ  
 ーラ 2 3 を通過した被覆光ファイバ 2 1 を軸回りに自由に回転可能なフリー区間  
 (2 6 ~ 2 7 間) を通過させることによって、該被覆光ファイバ 2 1 において捻  
 回方向が長手方向に交互に反転することにより貯えられた弾性捻じれを長手方向  
 に相殺する工程を備えており、このフリー区間の区間長 L (m) が

$$L_0(m) = \frac{\text{被覆光ファイバの最高製造線速(m/分)}}{\text{揺動ガイドローラの単位時間あたりの揺動往復回数(回/分)}}$$

で定義される L<sub>0</sub> (m) 以上である。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノールウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュー・ジーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明細書

## 被覆光ファイバの製造方法及び製造装置並びに被覆光ファイバ

## 5 技術分野

本発明は、偏波分散を低減させる被覆光ファイバの製造方法及び製造装置並びにこれにより製造された被覆光ファイバに関する。

## 背景技術

- 10 光ファイバ母材の一端を加熱軟化させて、そこからガラスファイバを下方に引出して線引きする従来からの製造方法では、ガラスファイバのコア部分及びその周囲のクラッド部分の断面形状を完全に真円形でかつ同心円状とすることは困難であり、わずかに楕円又は歪んだ円形状となるのが通例であった。そのため、ガラスファイバの断面における屈折率分布は完全に均等なものではなくなり、これ
- 15 が原因となってガラスファイバ断面内の2偏波間の群速度に差異が生じ、偏波分散が大きくなってしまうという問題があった。

- この偏波分散が大きいと、大容量かつ長距離の伝送が必要とされる海底ケーブル又は幹線ケーブルとして光ファイバケーブルを実用化する場合に特に問題となる。こうした偏波分散の問題を解決する方法としてガラスファイバを線引きして
- 20 被覆を施し被覆光ファイバとしながら、被覆光ファイバを周期的に回転軸の方向が揺動するガイドローラでガイドすることによって、ガラスファイバに所定の捻りを与えるという被覆光ファイバの製造方法が、特開平9-243833号公報等の開示されている。

- 図3にその製造工程を示す。線引き炉12内に配置した光ファイバ母材11は、
- 25 一端が加熱軟化され、そこからガラスファイバ13が後述する引取り機26の牽引力を受けて下方鉛直方向へと引出される。このときに、ガラスファイバ13の

外径を外径測定器 14 によって測定しておき、図示しないコントローラによって、線径が所定の範囲になるように線引き速度、光ファイバ母材の送り速度等を制御する。

また、ガラスファイバ 13 の周囲には、コーティングダイ 15 によって紫外線硬化型樹脂 16 が塗布され、紫外線照射装置 17 によって紫外線を照射することでこの樹脂 16 を硬化させて被覆を形成する。更にその被覆の周囲に、コーティングダイ 18 によって紫外線硬化型樹脂 19 が塗布され、紫外線照射装置 20 によって紫外線を照射することでこの樹脂 19 を硬化させて 2 層目の被覆を形成して、被覆光ファイバ 21 を得る。その後、被覆光ファイバ 21 は、ガイドローラ 22、揺動ガイドローラ 23、ガイドローラ 24、25、引取り機 26 を経て巻取りリール 27 へと巻き取られる。

次に、揺動ガイドローラによってガラスファイバに捻りを与える原理について説明する。図 4 は揺動ガイドローラの上面図である。揺動ガイドローラ 23 のローラ回転軸 23b は、揺動中も常に水平面内にある。揺動ガイドローラ 23 の中心を通る鉛直軸 23c の回りに基準位置から  $\pm\theta$  の角度範囲で一定周期の往復運動による揺動を行なっている。

従って、基準位置にある揺動ガイドローラ 23 が図中 A 方向に揺動した時には、揺動ガイドローラ 23' の状態になり、反対の B 方向に揺動した時には、図示していないが基準位置に対してこれと対称的な状態になる。この結果、上方から下降してきた被覆光ファイバ 21 は、揺動ガイドローラが基準位置にある時は、P a 点にてローラ面 23a に接してローラ面に沿って進行方向が鉛直方向から水平方向に曲げられ矢印 C 方向へと進行する。

また、揺動によって揺動ガイドローラが 23' の位置へと移動した時には、被覆光ファイバ 21 がローラ面 23a 上を移動しなければ、ローラ面 23a に最初に接する被覆光ファイバ 21 の位置は点 Q a になるが、被覆光ファイバ 21 には張力が加わっているため、被覆光ファイバ 21 は最短距離を進もうとして、ロー

ラ面 2 3 a 上を移動する。それによって、被覆光ファイバ 2 1 のローラ面 2 3 a に最初に接する位置は、ローラ面 2 3 a 上にあつて点 Q b の位置に移動する。この時、被覆光ファイバ 2 1 とローラ面 2 3 a には摩擦力が働いているため、被覆光ファイバ 2 1 はローラ面 2 3 a の上を滑って移動するのではなく、被覆光ファイバ 2 1 はその軸回りに回転しながらローラ面 2 3 a 上を移動する。即ち、被覆光ファイバ 2 1 に軸回りの回転運動が生じる。

被覆光ファイバ 2 1 が揺動ガイドローラ 2 3 に最初に接する位置で、被覆光ファイバ 2 1 が軸回りに回転すると、その回転力は被覆光ファイバ 2 1 に沿って真っ直ぐ上に伝わり、ガラスファイバを線引きしている光ファイバ母材 1 1 の下部の軟化箇所にて伝わる。光ファイバ母材 1 1 の下部の軟化箇所では線引きされているガラスファイバ 1 3 はまだ軟化状態にあつて柔らかいため、被覆光ファイバ 2 1 によって伝達された回転力が光ファイバ母材 1 1 先端の軟化状態のガラスファイバ 1 3 へと直接作用し、線引きされるガラスファイバ 1 3 には光ファイバ母材 1 1 先端の軟化部分で捻りが与えられる。そしてガラスファイバ 1 3 の上に被覆が施されて被覆光ファイバ 2 1 となる。

#### 発明の開示

揺動ガイドローラから見て光ファイバ母材側の光ファイバは、揺動ガイドローラの箇所では被覆光ファイバの軸回りの回転によって生じた回転力を主としてガラスファイバの線引き部分に伝達する役目をするため、光ファイバ自体が光ファイバ母材の先端と揺動ガイドローラとの間で捻じり歪みを受けることはほとんどない。しかし、揺動ガイドローラ 2 3 の箇所では被覆光ファイバ 2 1 は軸回りの回転によって、揺動ガイドローラ 2 3 とガイドローラ 2 4 との間で捻じれる。この捻じれは揺動ガイドローラの揺動方向が反転するのに応じて捻じれ方向も反転するため、長手方向にその捻じれを平均化して相殺すれば捻じれ無くなるが、ガイドローラ等があつて、長手方向の捻じれの相殺が不十分であれば、残留した捻じれは

被覆光ファイバ自体に貯えられ被覆光ファイバの進行と共に引取り機 26 を通って巻取りリール 27 に達する。

この被覆光ファイバに貯えられた捻じれは弾性捻じれであって、常に捻じれを戻そうとする方向に内部応力が作用しているため、次工程において巻取りリール 27 から被覆光ファイバを繰り出す時に、被覆光ファイバ同志が絡まってしゃくり状態が生じたり、著しい場合には、絡まった被覆光ファイバから被覆光ファイバを無理に引出して断線が発生するという問題を生じる。こうした問題は特に被覆光ファイバの製造線速を上げた際に顕著になる。

本発明は、製造線速を上げて被覆光ファイバに残留する弾性捻じれを問題のない程度に少なくすることが可能な被覆光ファイバの製造方法及び製造装置並びにこうして製造された被覆光ファイバを提供するものである。

本発明者は、被覆光ファイバの弾性捻じれを長手方向に十分に相殺するためには、揺動ガイドローラから巻取りリールに至る間に被覆光ファイバが軸方向に自由に回転できるフリー区間を設けることで、このフリー区間内のみで被覆光ファイバが捻じれるようにすれば巻き取られた被覆光ファイバの残留捻じれを小さくできるのではないかと考え、必要なフリー区間の条件を調べるため、フリー区間の長さ、製造線速、揺動ガイドローラの時間当たり揺動往復回数を種々変えて、それぞれの場合について巻取りリールに巻き取られた被覆光ファイバの残留捻じれを調べた。なお、フリー区間は、ガイドローラ等他の部材に触れないで直進することが出来る区間で構成した。

また、巻取りリールに巻き取られた被覆光ファイバの残留捻じれは次の方法で調べた。巻取りリールに被覆光ファイバを巻き付けた状態で、巻取りリールの表面側を向いた被覆光ファイバの表面にマークを付けて、巻取りリールから 1 m の被覆光ファイバを繰り出して軸回りの回転を自由にすることによって、残留した弾性捻じれを完全に開放させる。そしてその時のマークの捻じれ回数をもって巻取りリールの巻き取られた被覆光ファイバの残留捻じれ回数とした。図 5 は、横

軸に製造線速と単位時間当たりの揺動ローラの揺動往復回数との比を、縦軸にフリー区間の区間長をとって、残留捻じれ回数を○、△、×で表示した図である。ここで、残留捻じれ回数が1回/m以上を×とし、0.1回/m以上、1回/m未満を△とし、0.1回/m未満を○とした。

- 5      図5から、フリー区間長を（製造線速/時間当たりの揺動往復回数）とすれば、残留捻じれ回数を0.1回/m未満に抑制することが出来ることが分かる。また製造線速は、一般に製造開始直後あるいは製造終了直前では小さくするため、フリー区間長Lを決めるに当たっては最高製造線速を適用することが好ましい。L<sub>0</sub> = 最高製造線速 ÷ 時間当たり揺動往復回数とすれば、上記の不等式は、 $L \geq L_0$ と書き換えることが出来る。これらのことから、 $L \geq L_0$ を満足するようにフリー区間を設定すれば、巻き取られた被覆光ファイバに残留捻じれを0.1回/m未満と好適な範囲に抑えることが出来る。
- 10

- 本発明は、以上の知見を基になされたものであって、本発明に係る被覆光ファイバの製造方法は、光ファイバ母材の端部を加熱し軟化させてガラスファイバを引出し、該ガラスファイバの上に被覆を施し、製造した被覆光ファイバを周期的に揺動する揺動ガイドローラを通過させて被覆光ファイバを捻回させることによって該被覆光ファイバ内部のガラスファイバに軸回りの捻りを付与する被覆光ファイバの製造方法であって、揺動ガイドローラを通過した被覆光ファイバを該被覆光ファイバが光ファイバの軸回りに自由に回転可能なフリー区間を通過させることによって、該被覆光ファイバにおいて捻回方向が長手方向に交互に反転することにより貯えられた弾性捻じれを長手方向に相殺する工程を備えており、このフリー区間の区間長L（m）が
- 15
- 20

$$L_0(m) = \frac{\text{被覆光ファイバの最高製造線速(m/分)}}{\text{揺動ガイドローラの単位時間あたりの揺動往復回数(回/分)}}$$

で定義される $L_0$ （m）以上であるものである。

- 25      一方、本発明に係る被覆光ファイバの製造装置は、光ファイバ母材の端部を加

- 熱し軟化させてガラスファイバを引出す線引き炉と、該ガラスファイバの上に被覆を施す被覆装置と、被覆して出来た被覆光ファイバを捻回させることによってガラスファイバに軸回りの捻りを与える揺動ガイドローラを備えた被覆光ファイバの製造装置において、この揺動ガイドローラを通過した被覆光ファイバを軸回りの回転が自由な状態で通過させるフリー区間であって、区間長  $L$  (m) が
- 5

$$L_0(m) = \frac{\text{被覆光ファイバの最高製造線速(m/分)}}{\text{揺動ガイドローラの単位時間あたりの揺動往復回数(回/分)}}$$

で定義される  $L_0$  (m) 以上であるフリー区間を備えているものである。

- このフリー区間は、2つのガイド部材に挟まれた領域であって、被覆光ファイバと他の部材との非接触状態が維持されつつ、2つのガイド部材間を直進できるよう保持されることが好ましい。また、フリー区間内に該被覆光ファイバを軸回りに自由に回転可能な状態で通過させる滑らかなローラ面を有する少なくとも一つの間ガイドローラを備えていてもよい。なお、このように滑らかなローラ面を有するガイドローラを設置したフリー区間とすることによって、直線状のフリー区間を設けるものに比較すれば、装置全体の大きさを比較的小さなものとする
- 10
- ことが出来る。
- 15

- このフリー区間の長さは調整可能であることが好ましい。これには、フリー区間の両端の少なくとも一方に移動可能なガイドローラを設置するか、中間ガイドローラのうち少なくとも一つが移動可能に配置されていればよい。このようにすると、被覆光ファイバの線掛け時には移動可能なガイドローラを移動させて区間長  $L$  を  $L_0$  以下にし、線掛けが終了した時点で移動可能なガイドローラを移動させて区間長  $L$  を  $L_0$  以上の値へ戻すことによって、被覆光ファイバの線掛け時の線掛け作業の作業区間を短くして作業を容易ならしめることが出来る。
- 20

- 本発明に係る被覆光ファイバの製造方法は、被覆光ファイバの最高製造線速が  $600 \text{ m/分}$  以上であり、かつ、揺動ガイドローラの単位時間あたりの揺動往復回数は  $300 \text{ 回/分}$  以下である場合に好適に適用できる。最高製造線速が  $600$
- 25



m/分以上の領域では、前述の残留捻じれが特に問題となり、このような高速領域で揺動往復回数を300回/分を超えるほど大きくすると、ガラス径変動やガラスファイバの外観劣化がひどくなるため、揺動往復回数を抑制する必要があるためである。

5

#### 図面の簡単な説明

図1Aは本発明に係る被覆光ファイバの製造装置の実施形態を示す図であって、図1Bはこの装置におけるフリー区間の他の実施形態を示す図である。

図2は、本発明に係る被覆光ファイバの製造装置におけるフリー区間に可動型ガイドローラを設置した実施形態を示す図である。

10

図3は、被覆光ファイバの製造工程を示す図である。

図4は、揺動ガイドローラの上面図である。

図5は、横軸に製造線速/時間当たり揺動往復回数を、縦軸にフリー区間の区間長をとって、残留捻じれ回数を○、△、×で表示した図である。

15

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の参照番号を附し、重複する説明は省略する。

20

図1Aは、本発明に係る被覆光ファイバの製造装置の実施形態を示す図であって、図1Bはフリー区間の他の実施形態を示す図である。図1Aに示される装置は、図3に示される装置に本発明の特徴であるフリー区間を設けたものであり、その他の構成は同一である。図1Bに示されるガイドローラ1及び2は滑らかなローラ面を有するガイドローラである。図1Aの実施形態では、引取り機26と巻取りリール27との間を大きくとり、その間は被覆光ファイバ21がガイドローラ等他の部材に触れることなく直進できるフリー区間とし、その区間長Lを前

25

述の $L_0$ 以上としている。

このようなフリー区間を設けて、被覆光ファイバがフリー区間を通過するようにすることによって、被覆光ファイバでは長手方向に捻回方向が交互に反転する弾性捻じれが形成されているので、反転した捻じれが長手方向に相互に打ち消し合って残留捻じれが少ない状態になる。なお、図1Aの実施形態では、フリー区  
5 間以外の装置は従来技術の装置をそのまま使用することが出来る。

製造線速を従来一般的であった150m/分から600m/分以上に高速化した場合、残留捻じれ回数を0.1回/m以下にするには、揺動往復回数を増やすか、フリー区間長を長くとる必要がある。例えば、揺動往復回数を従来並みの5  
10 0回/分とすると、フリー区間長が12m必要となり、一般的でない。一方で、揺動往復回数を上げると、ガラス径の変動が大きくなり、ガラスファイバの外観が悪化して好ましくない。ガラス径の変動は $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以下とする必要があり、そのためには、揺動往復回数は、300回/分以下とすることが好ましい。この場合には、フリー区間長は2mで足りる。

図1Bの実施形態は、引取り機26と巻取りリール27の間に滑らかなローラ面を有するガイドローラ1及び2を設置して、被覆光ファイバ21をそのガイドローラ1、2に掛け渡したもので、この場合のフリー区間長 $L$ は、掛け渡された被覆光ファイバの引取り機と巻取りリール間の長さとなる。なお、この場合も $L \geq L_0$ を満足するようにガイドローラ等の配置が決められている。  
15

滑らかなローラ面を有するガイドローラ1、2としては、アルミニウム、硬質プラスチック樹脂等で作られた平ローラ、V溝ローラのいずれも使用が可能である。これらは、ロックウェル硬さでHRM50以上の材質であることが好ましい。被覆光ファイバをガイドローラに掛け渡しても、ガイドローラのローラ面が硬く滑らかに形成されていれば、被覆光ファイバの進行に合わせてローラ面上で被覆  
20 光ファイバが軸回りに回転するので、フリー区間の中にこのようなガイドローラを設けて被覆光ファイバを掛け渡しても、被覆光ファイバの弾性捻じれの長手方

向の相殺には特に支障は生じない。

また、図2は可動型ガイドローラを使用した例を示す図である。固定型ガイドローラ3、6、可動型ガイドローラ4、5はいずれも滑らかなローラ面を有するもので構成する。可動型ガイドローラは通常は4、5の位置にあり、線掛け時等  
5 には4'、5'の位置に移動させることが出来る。可動型ガイドローラの移動は、図示しないガイドレールとチェーン等を使うことによって行なうことが出来る。また、固定型ガイドローラ3、6及び可動型ガイドローラ4、5は、それぞれ滑らかなローラ面を有するガイドローラで構成されるので、フリー区間長は引取り機26と巻取りリール27との間の被覆光ファイバの掛け渡し長さとなる。

10 従って、フリー区間長は可動型ガイドローラが4、5の位置にある時はLであるが、可動型ガイドローラが4'、5'の位置に移動した時はL'となる。そして、この場合は $L \geq L_0$ を満足するように可動型ガイドローラ等を設置する。このような可動型ガイドローラを使って、線掛け時等にはフリー区間の長さを小さくすることによって、線掛け作業を容易にすることが出来、通常線速になった時  
15 には可動型ガイドローラは4、5の位置に移動するので、被覆光ファイバの弾性捻じれの長手方向の相殺に支障を与えることはない。

また、以上の実施形態では、引取り機と巻取りリールとの間にフリー区間を設けた例を示したが、揺動ガイドローラを通過した後ならば、引取り機の手前にフリー区間を設けることも可能である。また、設置場所等の理由で線引き工程にフリー区間を設けることが出来ない場合は、残留捻じれが大きいままの被覆光ファイバを一旦巻取りリールに巻き取って、巻取りリールからの繰り出しには十分に  
20 注意を払いながら、フリー区間を設けた別の装置を通過させて再び巻取りリールに巻き取ることによって被覆光ファイバの残留捻じれを小さくすることも可能である。

25

産業上の利用可能性

本発明に係る被覆光ファイバの製造方法、製造装置は、各種の被覆光ファイバの製造に適用可能であるが、特に、偏波分散の大きくなる分散補償ファイバの製造に好適に適用できる。

## 請求の範囲

1. 光ファイバ母材の端部を加熱し軟化させてガラスファイバを引出し、該  
ガラスファイバの上に被覆を施し、製造した被覆光ファイバを周期的に揺動する  
5 揺動ガイドローラを通過させて被覆光ファイバを捻回させることによって該被覆  
光ファイバ内部のガラスファイバに軸回りの捻りを付与する被覆光ファイバの製  
造方法であり、前記揺動ガイドローラを通過した被覆光ファイバを該被覆光フ  
アイバが光ファイバの軸回りに自由に回転可能なフリー区間を通過させることによ  
10 り貯えられた弾性捻じれを長手方向に相殺する工程を備えており、前記フリー区  
間の区間長  $L$  (m) が

$$L_o(m) = \frac{\text{被覆光ファイバの最高製造線速(m/分)}}{\text{揺動ガイドローラの単位時間あたりの揺動往復回数(回/分)}}$$

で定義される  $L_o$  (m) 以上である被覆光ファイバの製造方法。

2. 前記フリー区間の長さを調整可能である請求項 1 記載の被覆光ファイバ  
15 の製造方法。

3. 前記被覆光ファイバの最高製造線速は、600 m/分以上であり、かつ、  
揺動ガイドローラの単位時間あたりの揺動往復回数は300回/分以下である請  
求項 1 記載の被覆光ファイバの製造方法。

4. 光ファイバ母材の端部を加熱し軟化させてガラスファイバを引出す線引  
20 き炉と、該ガラスファイバの上に被覆を施す被覆装置と、被覆して出来た被覆光  
ファイバを捻回させることによって前記ガラスファイバに軸回りの捻りを与える  
揺動ガイドローラを備えた被覆光ファイバの製造装置において、

揺動ガイドローラを通過した被覆光ファイバを軸回りの回転が自由な状態で通  
過させるフリー区間であって、区間長  $L$  (m) が

$$Lo(m) = \frac{\text{被覆光ファイバの最高製造線速(m/分)}}{\text{揺動ガイドローラの単位時間あたりの揺動往復回数(回/分)}}$$

で定義される  $Lo(m)$  以上であるフリー区間を備えている被覆光ファイバの製造装置。

5. 前記フリー区間は、2つのガイド部材に挟まれた領域であって、前記被覆光ファイバと他の部材との非接触状態が維持されつつ、2つのガイド部材間で直進できるよう保持される請求項4記載の被覆光ファイバの製造装置。

6. 前記フリー区間の両端の少なくとも一方に移動可能なガイドローラが配置されている請求項4記載の被覆光ファイバの製造装置。

7. 前記フリー区間に該被覆光ファイバを軸回りに自由に回転可能な状態で通過させる滑らかなローラ面を有する少なくとも一つの間ガイドローラを備えている請求項4記載の被覆光ファイバの製造装置。

8. 前記中間ガイドローラのうち少なくとも一つが移動可能に配置されている請求項7記載の被覆光ファイバの製造装置。

9. 光ファイバ母材の端部を加熱し軟化させてガラスファイバを引出し、該ガラスファイバの上に被覆を施した被覆光ファイバであって、

製造された被覆光ファイバを周期的に揺動する揺動ガイドローラを通過させて捻回させることによって該被覆光ファイバ内部のガラスファイバに軸回りの捻りを付与し、前記揺動ガイドローラを通過した被覆光ファイバを該被覆光ファイバが軸回りに自由に回転可能なフリー区間であって、その区間長  $L(m)$  が

$$Lo(m) = \frac{\text{被覆光ファイバの最高製造線速(m/分)}}{\text{揺動ガイドローラの単位時間あたりの揺動往復回数(回/分)}}$$

で定義される  $Lo(m)$  以上であるフリー区間を通過させることによって、該被覆光ファイバにおいて捻回方向が長手方向に交互に反転することにより貯えられた弾性捻じれを長手方向に相殺させることで製造された被覆光ファイバ。

図1A

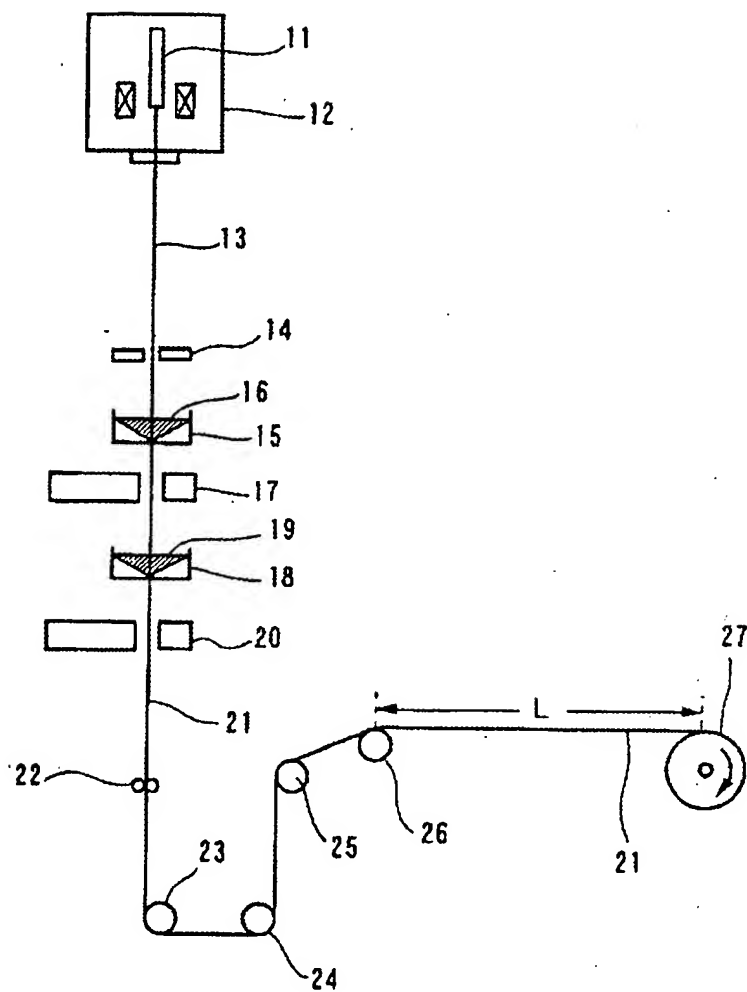


図1B

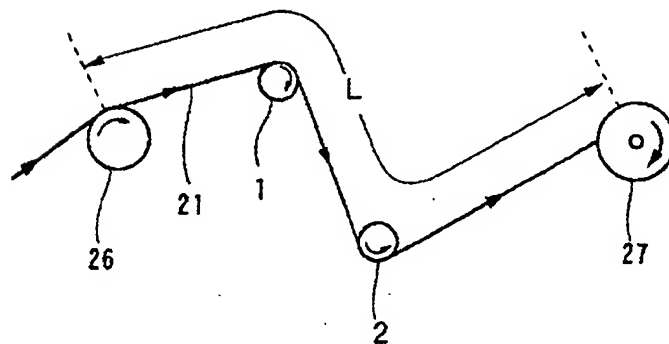


図2

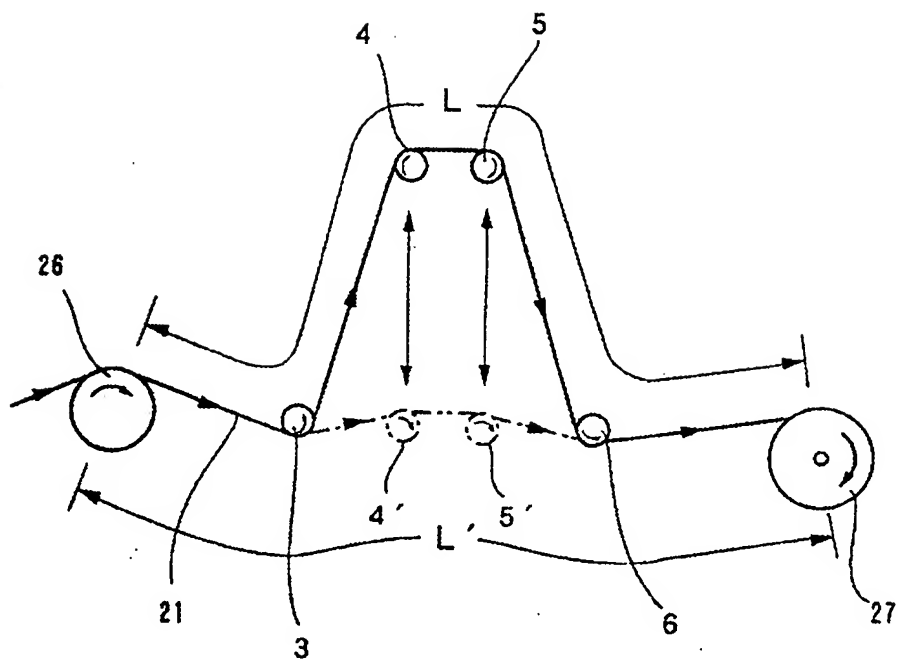




図3

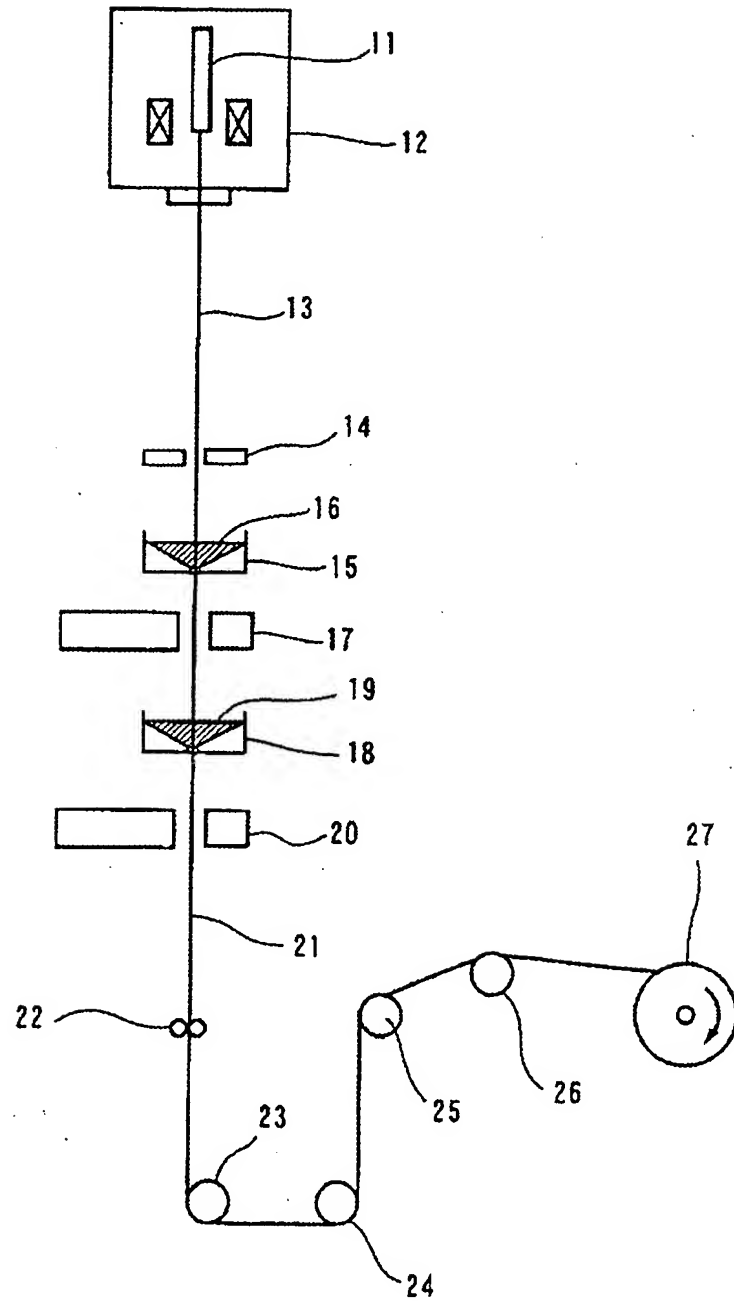
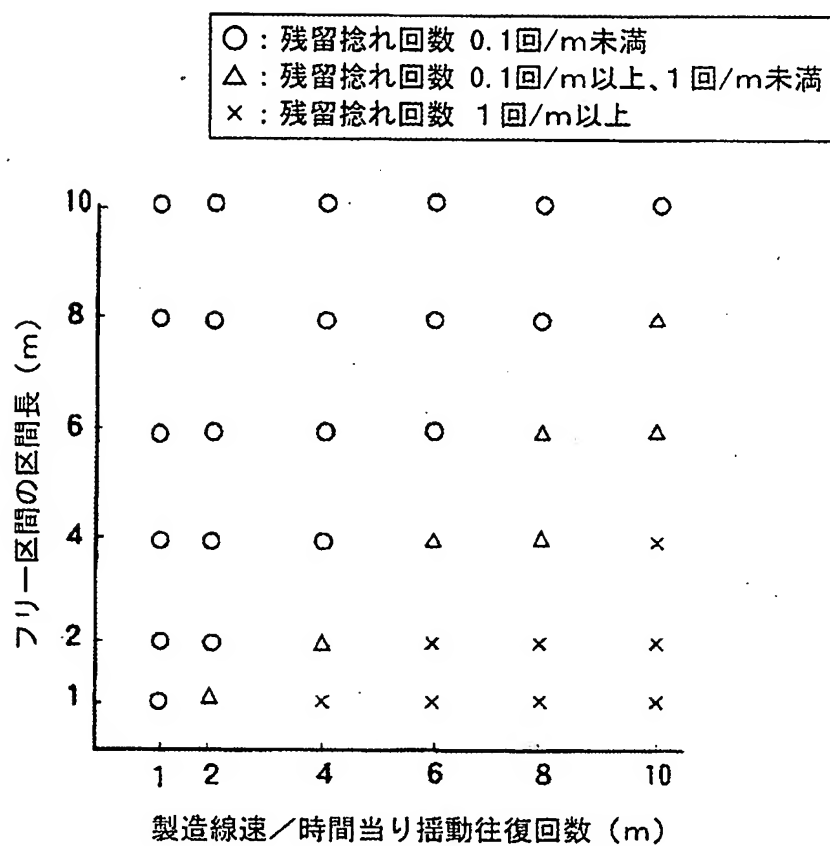




図5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00380

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> C03B37/12, C03B37/027, C03C25/10, G02B6/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> C03B37/12, C03B37/027, C03C25/10, G02B6/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP, 744636, A2 (AT&T IPM CORP), 27 November, 1996 (27.11.96), Claims & JP, 09-002834, A Claims	1-9
A	EP, 582405, A1 (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH CO, ET AL), 09 February, 1994 (09.02.94), Claims & JP, 06-171970, A Claims	1-9
A	JP, 10-310456, A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 24 November, 1998 (24.11.98), Claims (Family: none)	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
19 April, 2000 (19.04.00)Date of mailing of the international search report  
02 May, 2000 (02.05.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/00380

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' C03B37/12, C03B37/027, C03C25/10, G02B6/00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' C03B37/12, C03B37/027, C03C25/10, G02B6/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP, 744636, A2 (AT&T IPM CORP), 27. 11月. 1996 (27. 11. 96), 特許請求の範囲 & JP, 09-002834, A, 特許請求の範囲	1-9
A	EP, 582405, A1 (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH CO, ET AL), 09. 2月. 1994 (09. 02. 94), 特許請求の範囲 & JP, 06-171970, A, 特許請求の範囲	1-9
A	JP, 10-310456, A (古河電気工業株式会社), 24. 11月. 1998 (24. 11. 98), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-9

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 04. 00

国際調査報告の発送日

0 2.05.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

塩見 篤史

電話番号 03-3581-1101 内線 3465

4 T 9629